

Verdauung

Innen und Außen

Das Verdauungssystem des Menschen reicht von den Lippen bis zu dem After. Es ist fünf mal so lang wie der Mensch groß ist (10 Meter lang bei einer Körperlänge von 2 Metern). Während bei einem kräftig gebauten Menschen die Hautoberfläche ca. 2qm misst, hat der Darm eine innere Oberfläche von 200 bis 2000qm. Durch Falten im Darm, besonders des Dünndarms, die wiederum gefaltet sind und auf deren Oberfläche Zellen sitzen, die viele kleine Ausstülpungen besitzen, entsteht diese riesige Oberfläche, über die der Organismus mit der Nahrung in Kontakt tritt.

Die Verdauung des Menschen unterscheidet sich prinzipiell von der Verdauung des Tieres. Der Mensch benötigt eine Mischkost, da kein Nahrungsmittel den ganzen Bedarf des Menschen decken kann, er Zusatzstoffe benötigt (Salz, Gewürze, Fette etc.) um die Nahrung zu verarbeiten.

Darum gehört die Zubereitung der Nahrung zur Verdauung dazu:

Die Küche

Deshalb kann man sagen, dass die Verdauung in der Küche beginnt, wo die Nahrung zubereitet werden muss, damit sie bekömmlich ist. Das Reinigen der Nahrungsmittel, das Schälen, das Salzen, Fetten, Kochen, Braten, Dünsten oder Backen nimmt Prozesse voraus, ohne die der Mensch z.T. die Nahrung nicht verwerten kann.

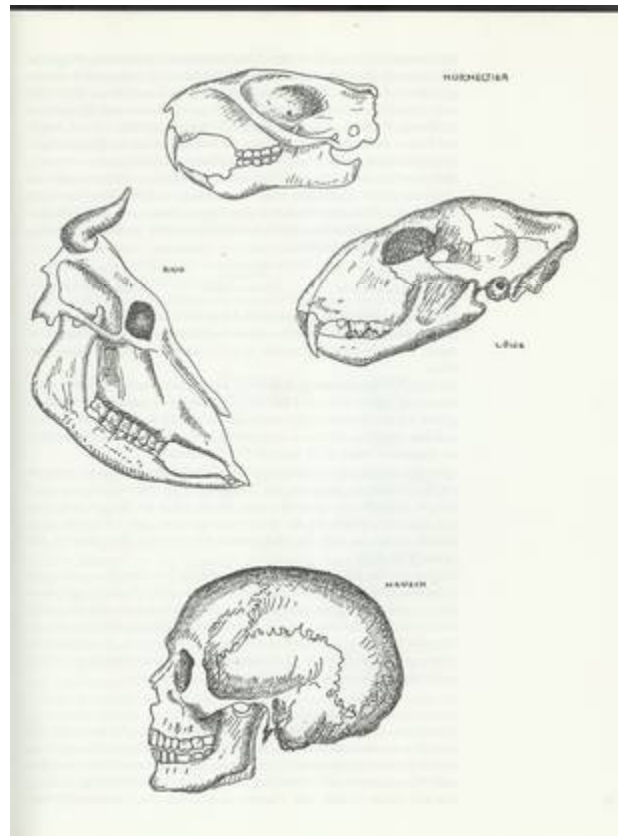
Der Mund

Gegenüber der Außenwelt verschließt der Mensch sein Verdauungssystem mit den Lippen.

Im Mund wird die Nahrung zerkleinert. Dem dienen die Zähne.

Schon der Vergleich von Nagetieren, Raubtieren und Huftieren zeigt, dass der Mensch auf eine Mischkost veranlagt ist: dominieren bei den Nagern die Schneidezähne und fehlen die Eckzähne, so dominieren die zum Reißen optimierten Eckzähne beim Raubtier. Huftiere haben nur Backenzähne (Mahlzähne) die oberen Schneidezähne fehlen ganz, wie auch die Eckzähne. Der Mensch hat alle drei Zahnformen. Während der Kiefer der Nager nur eine Auf- und Zubewegung gestattet, erlaubt ein Huftiergebiss wie bei der Kuh drehende Mahlbewegungen. Der Mensch hat eine Kombination davon.

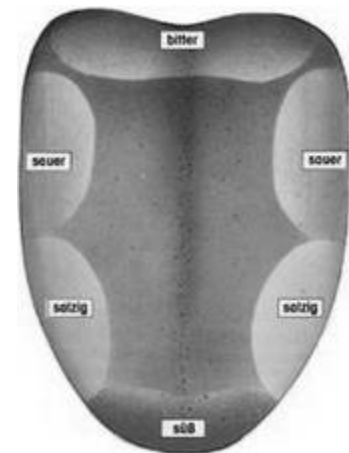
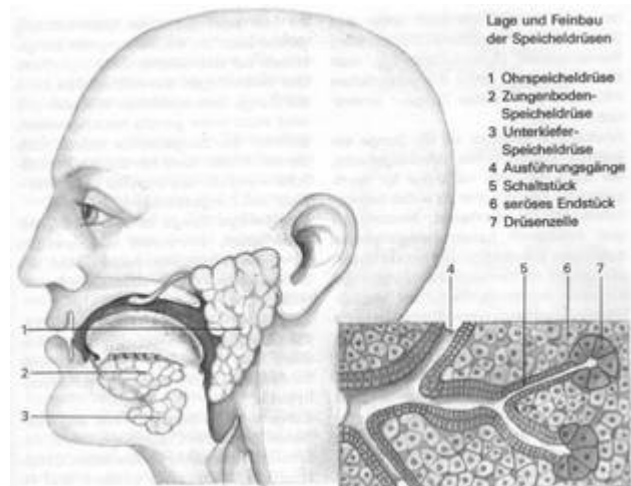
Ferner wird im Mund die Nahrung auf eine mittlere Temperatur gebracht, durch den Speichel verflüssigt und so in Breiform schluckfertig zubereitet. Dazu schlägt die Zunge die Nahrung zusätzlich zu Brei, indem der Speichel untergemischt wird. Der Speichel ist hier je nach Nahrung unter-



schiedlich, enthält bereits Enzyme, die schon im Mund Kohlehydrate verdauen können.

Der Speichel entstammt den Speicheldrüsen, die in den Mund den Speichel entleeren.

Auf der Zunge wird geschmeckt. Die Zunge unterscheidet die Geschmacksqualitäten süß, salzig, sauer und bitter. Mit diesen Geschmacks“nachrichten“ aber können wir keine „Möhre“, „Gurke“ oder „Currywurst“ unterscheiden. Dazu bedarf es auch des Geruchs. Durch das Kauen werden Geruchsstoffe frei, die hinten im Mund, am weichen Gaumen vorbei in die Nase steigen. Diese „Nachricht“, nämlich die Identifizierung der Nahrung ist wichtig, weil daraus das „Bauchhirn“ entscheidet, wie viel und welche Enzyme bereitgestellt werden, um die Nahrung zu verdauen. Schnelles Essen, schlingen und kurzes Kauen reicht oft nicht aus, dem Organismus ausreichend wahrnehmbar zu machen, worauf er sich vorbereiten muss.



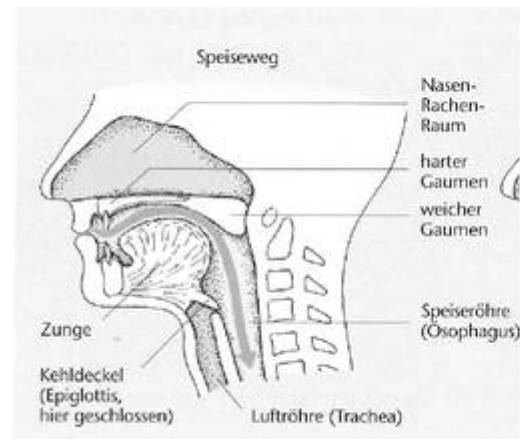
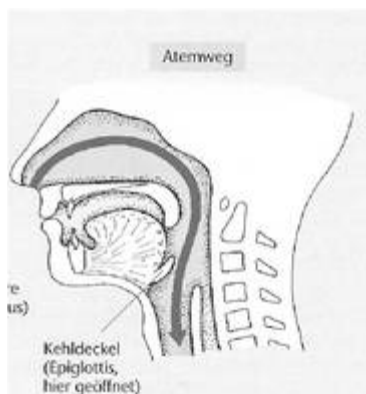
Der Kehldeckel (Epiglottis)

Der Mensch hat seine Nase oberhalb des Mundes und die Luftröhre aber vor der Speiseröhre. Das bedeutet, dass Nahrungsbrei und Atemluft sich überkreuzen. Damit aber die Speise nicht in die Luftröhre gelangt, verschließt die

Luftröhre sich bei jedem Schluck:

Dabei verschließt auch der weiche Gaumen beim Schlucken die Nase, so dass die Nahrung nicht zur Nase herauskommt...

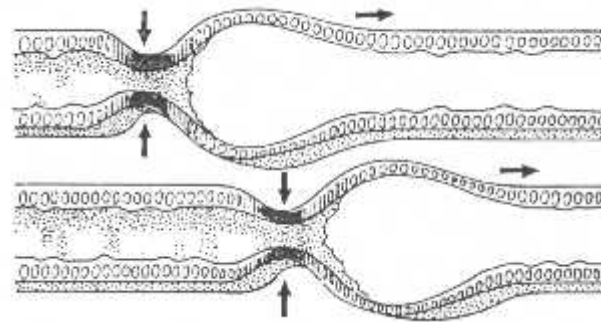
So ist der Mund gegenüber der Außenwelt, der Speiseröhre, der Nase und der Luftröhre bei Bedarf offen, aber ebenso verschlossen. Ein Raum für sich.



Die Speiseröhre (Oesophagus)

Die Speiseröhre ist ein Hohlmuskel, der die Speise vom Mund durch den Brustraum bis in den Magen, der im Bauchraum liegt, transportiert. Dieser Transport ist aktiv. Auch bei Kopfstand können wir Wasser der Schwere entgegen in den Magen „herauf“ schlucken, ohne dass es zurückfließt. Dies geschieht durch Muskelaktivität. Wie der ganze Darm, so hat auch die Speiseröhre Ring- und Längsmuskeln. So kann das be-

reits geschluckte am Rückfluss verhindert werden (Verschluss der Ringmuskulatur), während die Längsmuskeln den Speisebrei weitertransportieren:

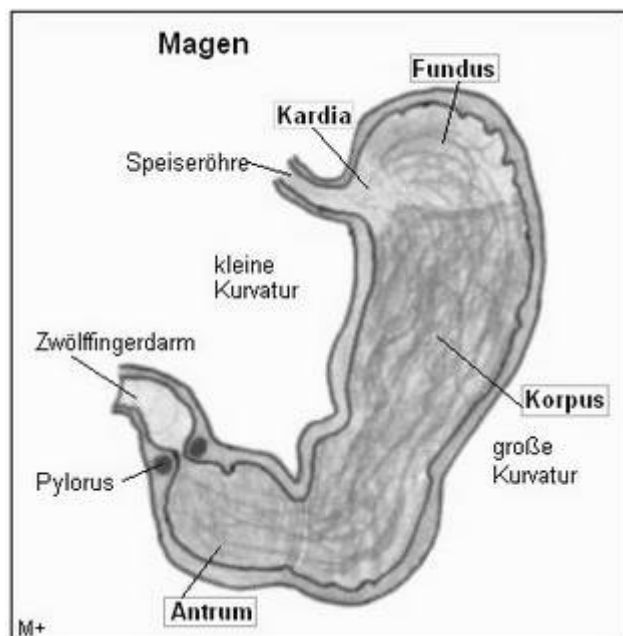


Dem Magen gegenüber wird die Speiseröhre durch das Zwerchfell im Bereich der „Cardia“ verschlossen, denn wenn die Speiseröhre aus dem Brustraum in den Bauchraum eintritt, muss sie durch das Zwerchfell hindurch. Dieses ist ein Muskel, den wir bei der Atmung betätigen. Er verschließt von außen die Speiseröhre und verhindert so, dass Säure aus dem Magen in die Speiseröhre eintritt, was diese nicht aushält: sie entzündet dadurch schmerzhaft (Sodbrennen).

Der Magen (Gaster, Venter, Stomachus)

Der Magen ist ebenfalls, wie der ganze Darm ein muskuläres Hohlorgan, in dem nun die Speisen in einer intensiven Säure zersetzt werden

In diesem Hohlraum wird der Nahrungsbrei mit dem Magensaft vermengt, der im Wesentlichen aus dem eiweißspaltenden Enzym Pepsin und Salzsäure besteht. Im Ruhezustand sondern die Drüsen etwa 10 ml Magensaft pro Stunde ab. Bei Nahrungsaufnahme kann die Bildung von Magensaft auf bis zu 1000 ml pro Stunde beschleunigt werden. Die Bildung wird sowohl durch Nerven-Impulse (vor allem vor der Nahrungsaufnahme), als auch durch Hormone gesteuert. Durch Muskelkontraktion (Peristaltik) wird der Nahrungsbrei weiter zum Pfortner transportiert. Dieser bildet einen Verschluss zwischen Magen und Darm. Er öffnet sich regelmäßig, um den Nahrungsbrei gleichmäßig in den Zwölffingerdarm weiterzuleiten.



Verweildauer einzelner Speisen im Magen. (in Stunden)	
• Matricur* • Ölsardinen*	8-9
• gebratenes Geflügel • Schweinebraten	5-7
• Kalbsbraten • Rindfleisch • Rauchfleisch • Erbsen • Linsen • Schnittbohnen	4-5
• gekochtes Geflügel • Schinken • Beefsteak • Spinat • Schwarzbrot • Bratkartoffeln	3-4
• Kartoffeln • Rührei • Brötchen • Sahne	2-3
• gekochter Fisch • gekochte Milch • weiches Ei • Reis	1-2

Der Magenpfortner (Pylorus)

Der Ringmuskel des Magens ist am Ende stark verdickt. Er verschließt den Magen zuverlässig

gegen den Zwölffingerdarm, in dem ein stark alkalisches Milieu herrscht. Saurer Magen und alkalischer Zwölffingerdarm sind so getrennt voneinander, denn würden sie sich durchmischen, käme es zu sehr unliebsamen Reaktionen. Die Weiterleitung der Speise erfolgt sehr geregelt durch die aktive Weitergabe, zu der sich der Pylorus kurz öffnet.

Der Dünndarm

Der Dünndarm ist das Hauptstück des Darmes. Er unterteilt sich in den kurzen Zwölffingerdarm (er ist so lang, wie zwölf Finger breit sind), das Jejunum und das Ileum.

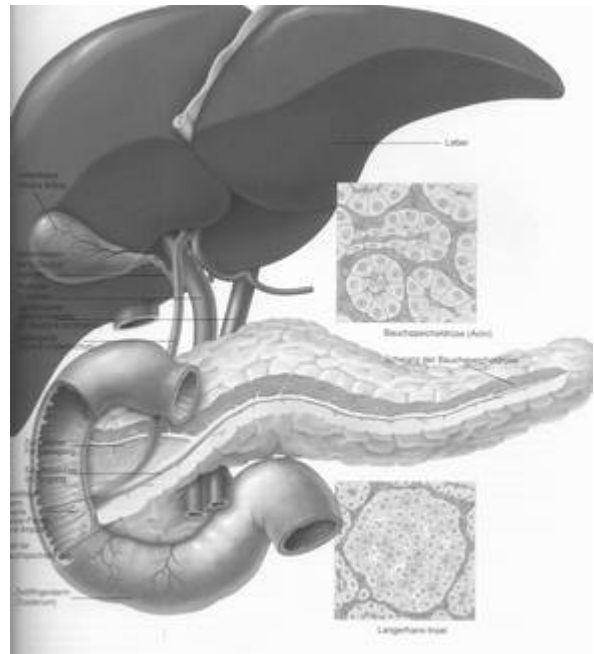
Der Zwölffingerdarm (Duodenum)

Der Zwölffingerdarm legt sich hakenförmig um den Kopf der Speicheldrüse herum.

Hier gelangt der Speisebrei aus dem Magen herein, der zunächst seinen sauren Charakter verliert und stattdessen alkalisch wird. Das geschieht am Anfang des Duodenums. Dann münden der Gallengang und der Bauchspeicheldrüsengang, um dem Darminhalt Enzyme (aus der Bauchspeicheldrüse – Pankreas) und Gallensäuren zur Emulgation der Fette zuzufügen.

Diese Enzyme sind genau abgestimmt auf den Bedarf. Es werden immer genauso viel Enzyme abgegeben, wie für die Menge an Nahrungsbrei erforderlich ist, die aus dem Magen abgegeben worden ist. Die Enzyme sind Werkzeuge, mit denen die Nahrungsmittel aufgespalten werden in Bausteine, die vom Organismus aufgenommen und weiterverarbeitet werden können. Diese Enzyme sind aggressiv und könnten den Darm selbst verdauen. Aber beim Gesunden sind sie noch nicht aktiviert. Das geschieht erst im Verlauf der Dünndarmpassage.

Durch die enge Nachbarschaft des Zwölffingerdarms mit der Bauchspeicheldrüse, der Leber und dem Rest des Dünndarms und des Magens, können Störungen in diesem Abschnitt leicht andere Organe in Mitleidenschaft ziehen. Es ist eine sehr empfindliche und sensible Stelle.



Jejunum und Ileum (Leerdarm und Krummdarm)

Hier findet die eigentliche Verdauung statt. Von alleine zerfallen die drei größten Gruppen der Nahrung (Kohlehydrate, Eiweiße und Fette) in für den Menschen unbrauchbare Nahrungsbestandteile.

- Kohlehydrate (Stärke und Zucker) vergären alkoholisch.
- Eiweiße verfaulen
- Fette werden ranzig

Die Abbauprodukte dieses Vorganges würden den menschlichen Organismus vergiften. Im Dünndarm werden sie mit Hilfe der Enzyme „zerschnitten“ in brauchbare Bausteine:

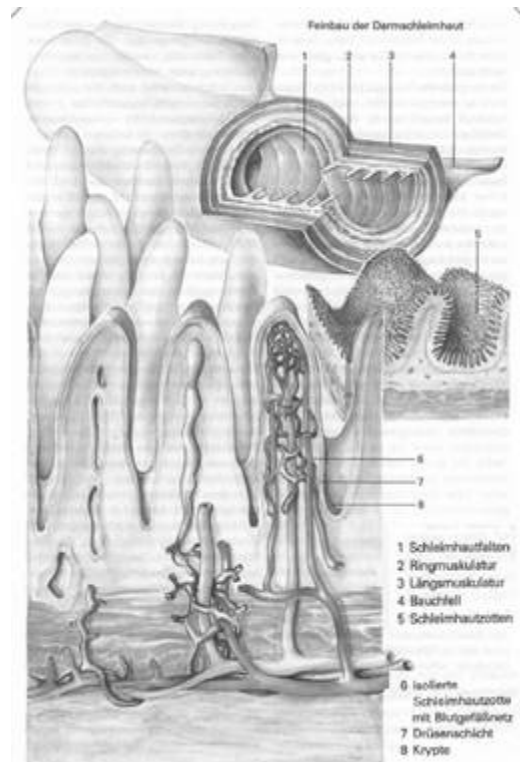
- Kohlehydrate zu Traubenzucker
- Eiweiße zu Aminosäuren
- Fette in Glycerin und Fettsäuren

Diese werden durch die Darmwand aufgenommen und gelangen in das Blut. Da alles Blut vom Darm in die Leber fließt, gelangen die Nahrungsstoffe nicht in den Kreislauf, sondern werden von der Leber gespeichert und nur dosiert in den Kreislauf gegeben, damit nicht nach jeder Mahlzeit das Blut dick wird und in Fastenzeiten nährstoffarm. So ist beim Gesunden das Blut immer gleich ausgestattet mit Nährstoffen, obwohl die Nahrungsaufnahme chaotisch erfolgt.

Im Verlauf der Passage der Nahrung durch den Dünndarm wird das Milieu im Darm wieder zunehmend sauer (aber nur gering sauer). Das geschieht durch die Darmbakterien, die Milchsäure herstellen. Je nach Säuregrad werden unterschiedliche Enzyme aktiviert, die die Nahrung zerlegen. Das geschieht in einer strengen Reihenfolge:

- in der ersten Hälfte des Jejunum sind es die Kohlenhydrate.
- In der zweiten Hälfte des Jejunum die Eiweiße
- Im Ileum die Fette.

Werden die Enzyme, die Eiweiße verdauen, zu früh aktiviert, werden die Kohlenhydrate unter Gasbildung verdaut mit starken Blähungen und Krämpfen. Sind nicht alle Kohlenhydrate verdaut, weil die Enzyme nicht ausreichen, so geschieht das Selbe in dem Bereich, in dem Eiweiße verdaut werden sollen. Sind zu viele Enzyme für die Kohlenhydratverdauung da, so wird der Darm selber angegriffen. Deswegen ist es wichtig, dass genauso viele Enzyme gebildet werden, wie erforderlich ist, nicht zu viel und nicht zu wenig. Auch die fettverdauenden Enzyme richten bei Eiweißen und Kohlenhydraten Unheil an. Eine genaue Abstimmung der Darmbewegung, der Ausscheidung der Verdauungsdrüsen und der Darmflora ermöglicht es, dass nicht ständig Unheil passiert. Dass das klappt, das liegt an der enormen Koordination, die die Verdauung regelt. Das ist die Aufgabe des „Bauchhirns“.

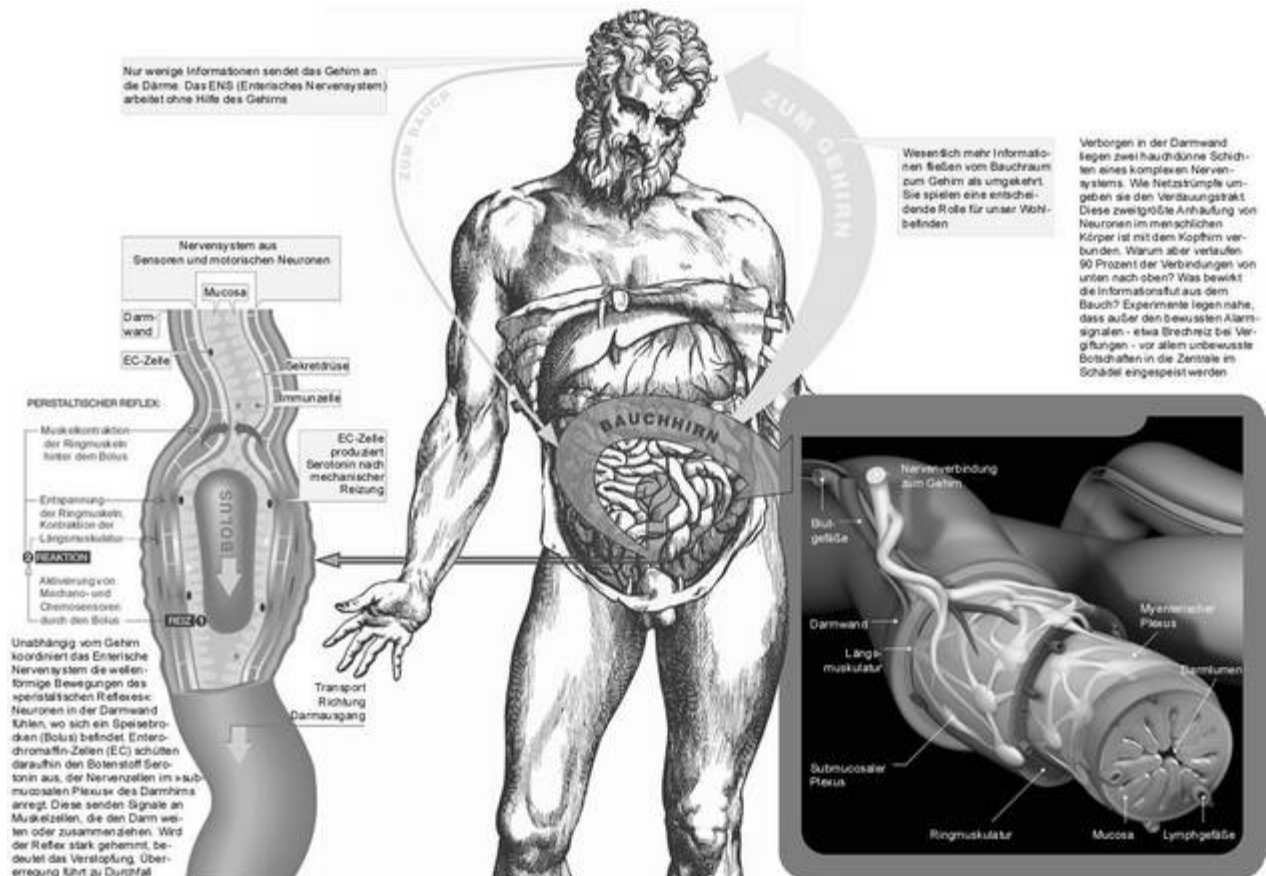


Das Bauchhirn

Der Mensch hat fast so viele Nerven im Bauch, wie im Kopf.

Das Nervensystem „schmeckt“ die aufgenommene Nahrung, analysiert sie und stellt fest, wie viel von welchem Nahrungsmittel wir aufgenommen haben. Es merkt wie viel Möhre, wie viel Erbsen, wie viel fette Soße, wie viel Braten etc. gegessen wurde. Daraus entwickelt das Bauchhirn ein Programm, wie das zu bewältigen ist. So werden

die Darmbewegung, die Sekretion der Enzyme und anderer Flüssigkeiten, die Verweildauer der verschiedenen Nährstoffe in den verschiedenen Bereichen genau programmiert. Dieses Bauchhirn arbeitet schlechter im Stress, erfährt nicht genau, was kommt, wenn zu wenig gekaut und zu schnell gegessen wird. Dann entsteht ein Unwohlsein, das sich in Verdauungsbeschwerden, Kreislaufunregelmäßigkeiten und



seelischem Missempfinden äußern kann.

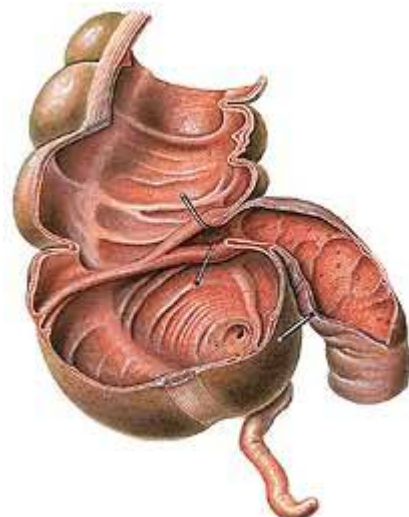
Zwischen Bauch. Und Kopf und Bauch verlaufen Nerven, von denen 90% vom Bauch zum Kopf, aber nur 10% vom Kopf zum Bauch verlaufen. Die, die zum Kopf führen, „landen“ im limbischen System, dem Ort, in dem Gefühle entstehen sollen. Manche Forscher vermuten, dass Gefühle im Bauch entstünden und im Kopf nur zum Bewusstsein kommen. „Schmetterlinge im Bauch“ sind vielleicht gar nicht so weit her geholt....

Der Dickdarm (Colon)

Der Dünndarm mündet im rechten Winkel in den Dickdarm durch die Bauhin'sche Klappe oder Ileozökalklappe.

Der Dickdarm entsteht spät in der Evolution. Erst wenn eine Großhirnrinde da ist, ist auch ein Dickdarm vorhanden. Das ist erst bei Säugetieren der Fall.

Die Bauhin'sche Klappe verhindert, dass aus dem Dickdarm kein Kot in den Dünndarm zurückfließt, aber aller Darminhalt aus dem Dün-



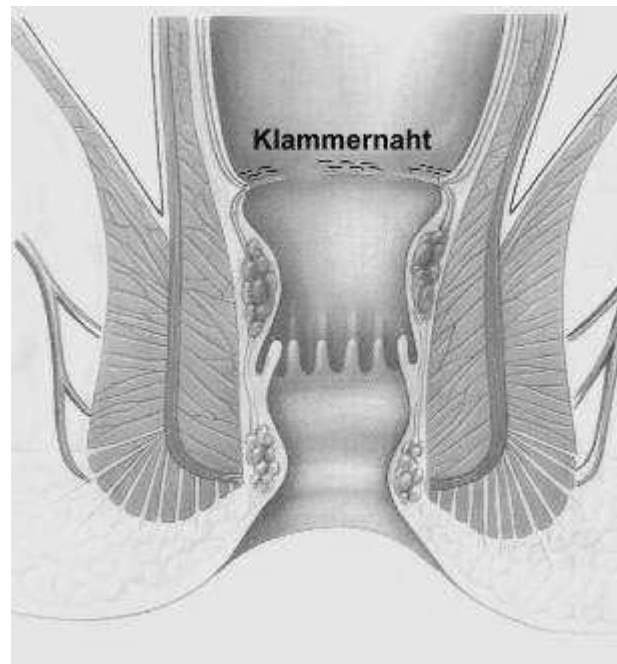
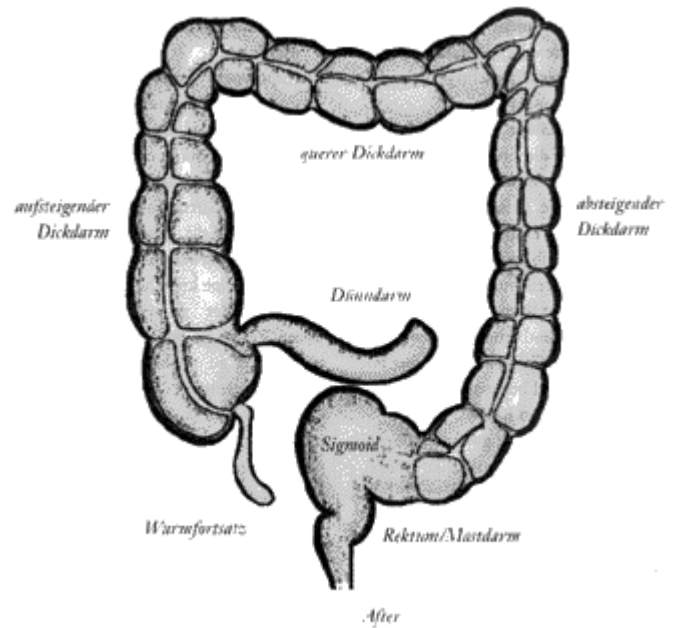
darm ungehindert in den Dickdarm gelangt (in den Blinddarm, an dem der Wurmfortsatz hängt, der solch einen Ärger bereiten kann).

Der Dickdarm umgibt als Rahmen den Dünndarm mit einem aufsteigenden (Colon ascendens, rechts), einem querverlaufenden (Colon transversum) und einen absteigenden Teil (Colon descendens). Dem folgt das Sigmoid, einem siphon-ähnlichem Teil, das etwas nach oben und dann nach hinten führt und in dem Rectum endet. Da ist die Ampulle, die, wenn sie sich mit Kot füllt, Stuhldrang meldet.

Im Dickdarm wird dem Kot die Flüssigkeit entzogen. Das sind ca. 10 Liter am Tag. So kann der Stuhl relativ trocken und geformt ausgeschieden werden.

Der Dickdarm ist gegenüber der Außenwelt durch den After verschlossen. Dazu sind zwei Schließmuskeln da, die den Darmausgang zusammenziehen, aber um auch keine Gase und eventuell flüssigen Durchfälle durchzulassen, müssten diese Muskeln stark verspannt sein. Das ist nicht erforderlich, da ein Blutgefäßgeflecht durch Anschwellung den Darm zusätzlich fugendicht verschließt – der Plexus hämorrhoidalis.

Was danach passiert, ist Aufgabe der Kanalisation.....



Adipositas

Zur Bewertung der Adipositas wird heute der „Bodymass-Index“ (BMI) herangezogen. Das Gewicht in Kilogramm wird durch das Quadrat der Körpergröße in Metern geteilt.

$$\text{BMI} = \frac{\text{Körpergewicht (kg)}}{\text{Körpergröße (m)}^2}$$

z.B. ein 95 kg schwerer Mensch mit einer Körpergröße von 1,90 Metern: $95 / 1,9 \times 1,9 = 95 / 3,61 = 26,32$

Der BMI beträgt 26,32

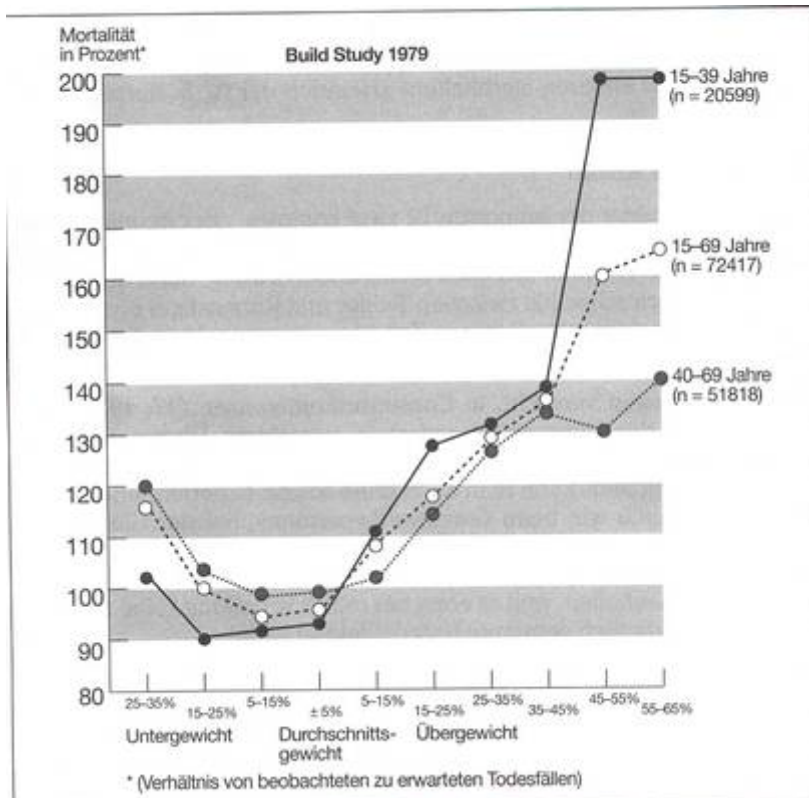
Folgende Bewertung wird heute zugrunde gelegt:

BMI	Interpretation
20-24,9	Normalgewicht
25-29,9	Adipositas Grad 1 (Übergewicht)
30-39,9	Adipositas Grad 2 (Adipositas)
über 40	Adipositas Grad 3 (Superadipositas)

Der oben gewählte Testpatient hat also ein leichtes Übergewicht.

Altersabhängig gilt folgende Regel:

Altersgruppe	Wünschenswerter BMI
19 – 24 Jahre	19 – 24
25 – 34 Jahre	20 – 25
35 – 44 Jahre	21 – 26
45 – 54 Jahre	22 – 27
55 – 64 Jahre	23 – 28
> 65 Jahre	24 – 29



Nebensiehende Kurve zeigt den Zusammenhang des BMI mit der Erkrankungs- bzw. Sterbehäufigkeit. Da der BMI geschlechtsunabhängig und nur etwas Altersabhängig ist, kann man ihn daher unmittelbar als Maß für ein Risiko für ernährungsabhängige Erkrankungen werten. Dabei sollte zwischen zwei verschiedenen Formen der Adipositas unterschieden werden: Apfel- und Birnentyp: Der Birnentyp lagert die Fette „für Notzeiten“ fest ein, der Apfeltyp baut Fette immer ab und gibt sie ins Blut frei, wo erhöhte Fettwerte zu messen sind. Diese stören die Insulinwirkung, was zum Diabetes veranlagt. Sie interagieren mit der Harnsäure, was zur Gichtbereitschaft führt, also zu einer Stoffwechselbeanspruchung, die „mit sich selbst beschäftigt“ ist, zu Ablagerungen und Ineffektivität führt. Die Zunahme der Überernährung wird durch das nebenstehende Bild verdeutlicht: Die Abnahme schwerer körperlicher Arbeit und der damit verminderte Energiebedarf und die im Verhältnis dazu übermäßige Ernährung werden darin deutlich.

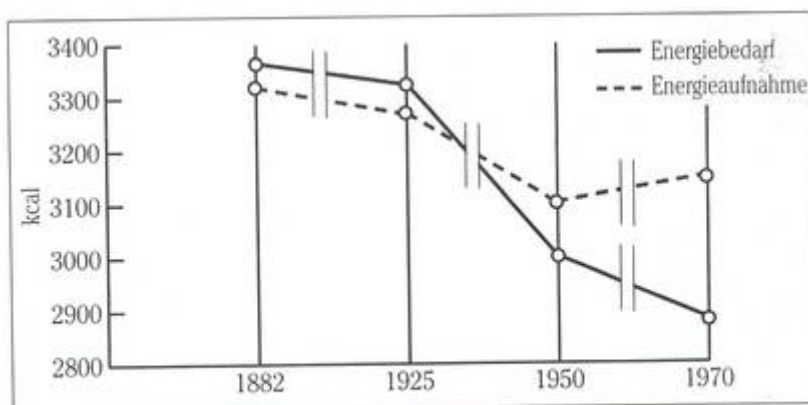


Abb. 1: Energiebedarf und Energieaufnahme der Bevölkerung seit 1882 in Deutschland (124 b).

Behandlung des Übergewichtes:

- Vermindern des Fett- und Eiweißanteiles der Ernährung

- Bei Koch- und Streichfetten auf pflanzliche Fette umsteigen
- Magere Fleisch- und Wurstwaren, fettarme Milch und fettarme Milchprodukte auswählen
- Vorsicht bei Soßen!!
- Vorsicht bei Gebratenem und Frittiertem!!
- Kalorienreduktion
 - Regelmäßige Mahlzeiten nicht über die Sättigungsgrenze
 - Besonders abends reduzieren
 - keine Zwischenmahlzeiten und Naschereien
- Mehr Frischkost (gedünstetes Gemüse, Salat, Obst)
 - Rohkostanteil: 1/3 der aufgenommenen Nahrung
- Mehr Ballaststoffe (Vollkornprodukte, Fasergemüse, Müsli etc...)
- Viel trinken (keine Alkoholika, keine Limonaden)
- Bewegen!!
- Regelmäßig abführen
- Ggf. Psychotherapie um das Verhalten langfristig zu ändern oder Selbsthilfegruppe (Waight-Watchers)
- Nur eine Kost, die auch schmeckt und Freude macht und langfristig durchgehalten werden kann, hat Aussicht auf Erfolg. Das heißt, man muss erst bemerken, dass es anders sogar viel besser schmeckt...

Ernährungsbedingte Erkrankungen allgemein:

- Über- und Untergewicht
- Malassimalation und Maldigestion
- Nahrungsmittelallergie
- Fettstoffwechselstörungen
 - Apfel- und Birnentyp: Der Birnentyp lagert die Fette „für Notzeiten“ fest ein, der Apfeltyp baut Fette immer ab und gibt sie ins Blut frei, wo erhöhte Fettwerte zu messen sind. Diese stören die Insulinwirkung, was zum Diabetes veranlagt. Sie interagieren mit der Harnsäure, was zur Gichtbereitschaft führt, also zu einer Stoffwechselbeanspruchung, die „mit sich selbst beschäftigt ist, zu Ablagerungen und Ineffektivität führt.
- Cholesterinerhöhung: Multiplikator anderer Risikofaktoren (Blutdruck, Diabetes, Rauchen, Übergewicht. Einlagerung in die Blutgefäße, Blutgefäßverengung, Angina Pectoris, Herzinfarkt, Schlaganfall. Böses (LDL) und gutes (HDL) Cholesterin. Vorkommen nur in tierischem Fett (Eigelb, Innereien, Wurst, Butter). Cholesterin als Baustein der Zellmembran, der Sexualhormone, Stresshormone, des Vitamin D und der Gallensäuren. Normaler Anstieg im Alter und bei inaktiverem Stoffwechsel. Zu tiefer Cholesterinspiegel bei Immunschwächen (Krebs und AIDS)
- Gicht: Anstieg der Harnsäure (Abbauprodukt der Zellkerne) und Auskristallisation im „bradytrophen“ Gewebe (z.B. Großzehrgelenk)
- Altersdiabetes: Starre der feinen Membranen und Behinderung des Insulin durch erhöhte Fette: Trotz vermehrten Insulins im Blut, kann der Zucker nicht mehr aus dem Blut in das Gewebe transportiert werden (im Gegensatz zum Jugenddiabetes, wo kein Insulin mehr gebildet werden kann.
- Manche Anämieformen: Eisenmangel durch Resorptionsbehinderung des Eisens (Kaffee, Tee, Phytine in manchen Gemüsen), oder Resorptionsstörungen des Vitamin B12 das am Ende des Dünndarms mit Hilfe des Intrinsicfaktors (der im Magen gebildet wird) aufge-

Skript Verdauung

nommen wird und nur in tierischen Produkten vorkommt. Störungen kommen bei chronischen Magenkrankheiten oder Erkrankungen des terminalen Ileums vor.

- Gelenkserkrankungen. Arthrosen sind Ernährungsstörungen des Gelenkknorpels.
 - (Bluthochdruck: u.a. Salzüberschuß in der Ernährung)
 - Verstopfung, manche Durchfallserkrankungen
 - Darmkrebs: Mund, Zunge, Speiseröhre, Magen und Dickdarm können erkranken, der Dünndarm nicht. Dickdarm: Betonung des Endteiles des Dickdarms. Oft auf dem Boden einer chronischen Entzündung: Magengeschwür, Colitis ulcerosa.
- Steinleiden: Galle, Speicheldrüse